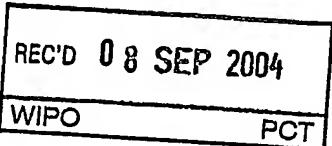


证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2003.09.19



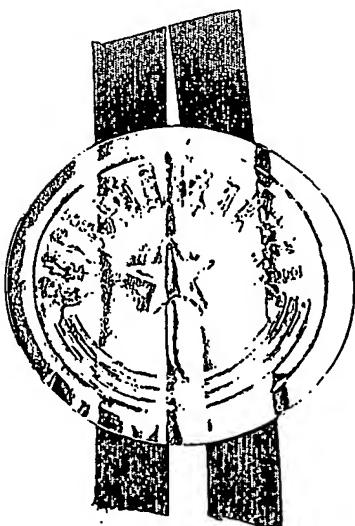
申 请 号： 03160008.5

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 平面电容式汽车玻璃自动雨刷系统智能传感器

申 请 人： 孙腾湛 于杰

发明人或设计人： 孙腾湛、于杰



PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王景川

2004年7月9日

BEST AVAILABLE COPY

权 利 要 求 书

1、一种平面电容式智能自动雨刷系统传感器，包括：

一个安装在汽车前挡风玻璃表面上的平面电容器，以作为传感器的敏感元件，其中所述平面电容器的两个极板放置在同一平面上；

一个传感器检测电路，检测所述平面电容器受环境影响而带来的电容量变化，并根据所检测的电容量变化产生控制雨刷工作的控制信号。

2、根据权利要求 1 所述的平面电容式智能自动雨刷系统传感器，其中所述的传感器检测电路包括：

一个信号产生器，产生一接入平面电容器的测试信号；

一个程控模拟信号放大和滤波电路，接收流经平面电容器的测试信号，放大并滤波所接收的测试信号，以产生一直流电压信号；

一个模数转换电路，将所述直流电压信号转换成数字电压信号；

一个微处理器，接收所述数字电压信号，对该数字电压信号进行经数字滤波、数字线性化处理和数字自适应算法调整，形成控制雨刷工作的传感器数字输出信号。

3、依据权利要求 1 所述的平面电容式智能自动雨刷系统传感器，其中：所述平面电容器可以采用任何导电材料，包括：铜、铝、银、导电橡胶、导电塑料、透明导电薄膜、导电胶。

4、依据权利要求 1 所述的平面电容式智能自动雨刷系统传感器，其中：所述平面电容器可以取任何形状，包括：矩形、扇形、三角形，多边形。

5、依据权利要求 1 所述的平面电容式智能自动雨刷系统传感器，其中：所述平面电容器的两极分别有经由导线连接的多片电极。

6、根据权利要求 1 所述的平面电容式智能自动雨刷系统传感器，其中所述平面电容器安装在汽车前挡风玻璃的内表面上。

7、依据权利要求 1、6 所述的平面电容式智能自动雨刷系统传感器，其中，所述的电容器的安装包括：粘接、压固、喷涂在玻璃表面上。

8、依据权利要求 2 所述的平面电容式智能自动雨刷系统传感器，其中所述测试信号是正弦波信号。

说 明 书

平面电容式汽车玻璃自动雨刷系统智能传感器

技术领域

本发明涉及汽车电子、智能传感器和测量技术领域。它为汽车玻璃自动雨刷系统提供了一种平面电容式智能雨滴传感器。

背景技术

进入 21 世纪以来，汽车电子化和智能化已经成为汽车工业技术发展的方向和前沿，汽车的安全性和人性化也成为各大汽车厂商注重的焦点。自动雨刷系统不仅是着眼于方便驾驶者的人性化关怀，更重要的是自动雨刷系统是汽车主动安全系统的重要组成部分。自动雨刷系统（包括：前风挡、后窗、前大灯、侧后视镜等）已经为越来越多的中高档车采用，相信在不久的将来自动雨刷系统将成为汽车的标准配置。

自动雨刷系统的关键技术是雨滴传感器技术，客观地说，截止到今日，世界范围内的雨滴传感器技术仍不十分成熟，尽管一些著名的汽车厂商如德国大众、美国克莱斯勒、法国雪铁龙等已经成功地在他们的汽车产品上配备了自动雨刷系统，但由于雨滴传感器技术的不成熟造成了安装难度大、成本高、误动作率较高的遗憾。

现有雨滴传感技术按安装形式可分为内置型和外置型两大类，外置型是将传感器安装在风挡玻璃外面如发动机盖上面、汽车前脸外面等，已知的外置型雨滴传感器按工作原理划分有光电式、电导式、振

动式。外置型雨滴传感器由于无法直接安装在玻璃表面，因而只能感知雨量大小而无法感知雨刷刷动的效果，此外，外置型雨滴传感器还有容易受污染、损坏等缺陷，因此，外置型雨滴传感器很少在汽车工业中得到应用。内置型雨滴传感器通常安装在汽车玻璃内表面，必须采用非接触式检测技术，它具有同时感应雨量和感应雨刷刷动效果从而为雨刷控制器提供实时反馈信号的优点，它安装在车内也避免了环境对它的污染和损坏。现代汽车工业中内置型雨滴传感器已成为主流。

已知的内置型雨滴传感器全都是光电式的，光电式雨滴传感器又分为两种形式，第一种是在汽车玻璃内表面后安装一台摄像头，利用类似于照相机的成像原理对摄像头采集的图像进行图像分析和处理以感知雨量的变化。这种光电式雨滴传感器的传感器件、数据处理电路和计算机成本过高，目前还没有在汽车工业中得到应用。以下只讨论第二种形式的光电式雨滴传感器，它在汽车工业中已经被广泛采用，它是在汽车玻璃内表面安装一对光束发射和接收装置，利用光的反射和折射原理，当汽车玻璃外表面附着有雨滴时光的折射率将发生变化从而导致接收端接受光强的变化，雨滴传感器将光强的变化转变成电信号的变化从而感知雨量的变化。光电式内置型雨滴传感器存在以下缺陷：

1. 测量面积小。下小雨时单位面积上雨滴分布是不均匀的，因此若测量面积过小将造成自动雨刷系统反映迟钝。光电式雨滴传感器的发射器元件一般是点光源，尽管可以使用透镜或棱镜，将光束

进行某种程度的散射以扩大折射面积，但这将对接受元件的接收灵敏度造成不利影响，因此，实用的光电式雨滴传感器测量面积通常都在 1 至 2 平方厘米以内，当然可以设置多对发射和接收端来扩大测量面积，但这将大大提高成本。

2. 无法测量附着在玻璃表面雨水的厚度。下大雨时汽车玻璃外表面将被雨水均匀的覆盖，此时雨量的大小只能通过从附着在玻璃表面雨水的厚度变化测量，若无法测量雨水厚度变化将造成自动雨刷系统动作速度迟缓从而影响刷雨效果。光电式雨滴传感器的工作原理是利用光线的折射率变化，而折射率只与入射面的物质特性有关，与物质的厚度无关，因此，光电式雨滴传感器无法反映雨水的厚度变化。
3. 易于受到污染物的干扰。当汽车玻璃外表面受到污染物（如：尘土、泥污、油渍、飞虫尸体等）污染时，也将导致光线折射率的较大变化，光电式雨滴传感器因无法区分污染物与雨水从而导致自动雨刷系统的误动作。
4. 对安装工艺要求过高。光电式雨滴传感器要求对发射和接收端有精确的安装角度和距离，同时对辅助的透镜和棱镜系统的位置和角度也有很高的要求，此外，考虑到汽车震动的影响，要求安装必须非常紧固，以免由于汽车震动造成光线的偏离从而影响传感器的精度和灵敏度。
5. 适应性差。光电式雨滴传感器的工作原理对不同汽车玻璃的适应性很差，玻璃的材质会影响折射率和反射率，玻璃的厚度会影响

发射端和接收端的安装角度和位置，因此需要针对不同的汽车玻璃设计相对应的光电式雨滴传感器。

6. 材料、安装、工时成本偏高。光电式雨滴传感器需要的光电发射和接收装置、透镜和棱镜系统、紧固件等材料成本较高，由于安装工艺的高要求造成安装和工时成本偏高，这是目前自动雨刷系统只出现在中高档车上的根本原因。

发明内容

本发明的目的是提供一种平面电容式智能雨滴传感器，能够克服现有光电式自动雨刷系统雨滴传感器存在的测量面积小、不能测量雨水厚度、易受污染物干扰、安装要求过高、适应性差和成本偏高等不足。

本发明的上述目的是这样实现的，一种平面电容式智能自动雨刷系统传感器，包括：

一个安装在汽车前挡风玻璃表面上的平面电容器，以作为传感器的敏感元件，其中所述平面电容器的两个极板放置在同一平面上；

一个传感器检测电路，检测所述平面电容器受环境影响而带来的电容量变化，并根据所检测的电容量变化产生控制雨刷工作的控制信号。

本发明提出的平面电容式雨滴传感器打破了传统平行板式电容传感器的思维定势，两个电容极板不是平行放置，而是将电容的两个极板放置在同一平面上。形成内置式雨滴传感器，与光电式雨滴传感

器相比，平面电容式雨滴传感器具有以下优点：

1. 测量面积大。平面电容极板可做成任意形状、在不影响驾驶员视线的条件下测量面积可任意扩大，这样可以从根本上避免光电式雨滴传感器测量面积过小带来的自动雨刷系统反映迟钝的弊端。
2. 可测量附着在玻璃表面雨水的厚度。由于平面电容的介质空间是极板上面的玻璃和玻璃表面外表面附近近似于半椭圆球体形的空间，在这个空间范围内，雨水厚度的变化将导致电容器介质空间介电常数的变化从而引起电容量的变化。这就克服了光电式雨滴传感器无法测量雨水厚度变化造成自动雨刷系统动作速度迟缓从而影响刷雨效果的缺陷。
3. 不易受到污染物的干扰。由于水的相对介电常数比一般污染物大得多，因此平面电容式雨滴传感器很容易将污染物与雨水对电容量造成的变化区分开来，从而解决了光电式雨滴传感器由于受污染物影响导致自动雨刷系统误动作的问题。
4. 安装工艺非常简单。平面电容式雨滴传感器可采用粘接、压接、喷涂或各种在玻璃表面镀金属的工艺方法在玻璃内表面形成平面式电容，不需像光电式雨滴传感器那样需要精确定位。
5. 适应性强。由于水的介电常数比玻璃要大几十倍，因此玻璃材质和厚度的变化对传感器精度和灵敏度造成的影响可忽略不计，同一平面电容式雨滴传感器几乎可适应各种汽车玻璃。不需为各种汽车玻璃设计专门的传感器。
6. 材料、安装、工时成本显著降低。平面电容式雨滴传感器可选用

各种导电材料，如：铜箔、铝箔、导电橡胶、导电塑料薄膜，玻璃表面喷涂镀金属等，且有量很少，一般只需十平方厘米左右，因此材料成本极低。由于安装简单，安装和安装工时成本也比光电式雨滴传感器低得多。

下面结合附图以具体实例对本发明进行详细说明。

附图说明

图 1 是 4 片扇形平面电容示意图；

图 2 是 8 片扇形平面电容示意图；

图 3 是 2 片扇形平面电容示意图；

图 4 是 2 片三角形平面电容示意图；

图 5 是 2 片矩形平面电容示意图；

图 6 是本发明涉及环境的电容测量模型图；

图 7 是点电荷电场线分布图；

图 8 是平行板式电容电场线分布图；

图 9 是 2 片扇形平面电容电场线分布图；

图 10 是本发明涉及介质环境下 2 片扇形平面电容电场线分布图；

图 11 是本发明涉及介质环境下 2 片扇形平面电容形成的测量空间示意图；

图 12 是本发明实施例采用的 4 片扇形平面电容示意图；

图 13 是本发明实施例安装结构剖面图；

图 14 是本发明实施例安装位置示意图；

图 15 是本发明实施例电路原理图。

具体实施方式

本发明采用测量电容量的原理，传统的电容式传感器是基于平行板式电容的，它的原理是：两平行板组成的电容如不考虑非均匀电场的边缘效应，其电容量为

$$C = \epsilon \cdot S / d$$

式中， ϵ 为极板间介质的介电常数， $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ， ϵ_0 为真空中的介电常数， $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$ ， ϵ_r 是介质相对真空的介电常数，空气的相对介电常数 $\epsilon_r \approx 1$ ，其它介质 $\epsilon_r > 1$ ； S 为极板的面积； d 为极板的间距。

由于被测量的变化引起电容式传感器有关参数 ϵ ， S ， d 的变化，使电容量 C 随之变化。据此，传统的电容式传感器依不同参数的变化分为三种类型：变间距式（参数 d 变化）；变面积式（参数 S 变化）；变介电常数式（参数 ϵ 变化）。

本发明提出的平面电容式传感器，从原理上打破了传统的基于平行板式电容原理的电容式传感器的思维定势，它将电容器的两个极板按一定间隙放置在同一平面上，而不是平行放置。它不属于上述三种传统电容式传感器类型的任何一种，它是一种综合性的电容式传感器，它同时具有变间距式、变面积式和变介电常数式电容式传感器的特性。图 8 给出传统平行板式电容的示例，图 9 是本发明提出的平面式电容的示例。

本发明的电容测量原理如下：

依据电场理论的场强矢量叠加原理，我们知道，电容器的特性可以用电场线分布来描述，图 7 和图 8 分别给出点电荷和平行板电容的电场线分布，图中，10 是电场线，28 和 29 是点电荷。为方便下面的讨论图 9 给出半圆形平面式电容的电场线分布，由图中我们可以看到，平行板电容的电场线主要分布在两平行板之间的矩形空间内，因此在计算平行板电容的电容量时，可以忽略平行板边缘电场的影响得出平行板电容的电容量计算公式： $C=\epsilon \cdot S/d$ 。同样道理，由图 9 可以看出，平面式电容的电场线主要分布在两平面电极周围的近似椭圆形球体空间中，由于平面电容的理论计算过于复杂，在这里我们不作详细讨论，由电场的矢量叠加原理和电介质在电场中的性质可以推知，两平面电极周围的近似椭圆形球体的水平长轴半径 $r_1 \approx r+d/2$ ，水平短轴半径 $r_2 \approx r$ ，垂直短轴半径 r_3 可近似的认为分别与 r 和 d 成正比、与介质的介电常数成反比关系。

图 10 给出本发明涉及的应用环境下的平面电容的电场线空间分布，两平面电极 1 和 2 紧贴在玻璃 9 下面，由图中的电场线 10 的分布形状可以看出，由于受到不同介质影响，两平面电极 1 和 2 周围的近似椭圆形球体空间可以划分成如图 11 所示的三个不同的空间：汽车玻璃 9 内表面和紧贴在内表面上的平面电极 1 和 2 以下的半近似椭圆形球体空间 N1 11；平面电极以上汽车玻璃内部包含的扁平椭圆空间 N2 27；平面电极以上汽车玻璃外表面附近形成的半椭圆空间 Nx 31。由于 N1 11 和 N2 27 空间的介质分别为均匀的空气和玻璃，其介电常数和体积可以认为是不变的。而 Nx 31 空间平常是空气，当下雨

或有其他异物进入时，其介电常数、合体积将发生较大变化， N_x 31
空间正是我们的测量空间。

基于以上的讨论，本发明提出如图 6 所示的等效电容模型。其中，并联等效电容 C_1 是由 N_1 和 N_2 空间确定的不变电容，串联电容 C_2 和 C_3 是由平面电极以上穿越汽车玻璃外表面但封闭在汽车玻璃外表面以内的空间决定的不变电容， C_x 是 N_x 空间形成的可变电容。 C_x 的电容量同时取决于进入 N_x 空间的雨水或其它异物的介电常数，雨水或其它异物覆盖的面积，和雨水或其它异物在 N_x 空间形成的厚度，该厚度在概念上可以等同于平行板电容器的间距。

通过以上对本发明原理的讨论，我们可以得到下述两点结论：

1. 本发明提出的平面电容式传感器不同于以往的任何一种类型的电容式传感器（包括：变面积性、变间距型、和变介电常数型），它是综合性的电容式传感器，它可同时感知面积、间距、和介电常数三个参数的变化。
2. 本发明提出的平面电容式传感器不仅可以区分汽车玻璃外表面附近的雨水和其它异物，而且可以同时感知覆盖在传感器上汽车玻璃外表面雨水覆盖的面积和雨水的厚度，而这正是现有的光电式传感器无法做到的。

在阐述了本发明的发明原理后，下面给出本发明的技术方案：

采用任意导电材料如：铜、铝、银、导电橡胶、导电塑料、导电胶，透明导电薄膜等，通过任意工艺方法如：粘贴、压固、喷涂、或一个重在玻璃表面镀金属的工艺，在汽车玻璃内表面上不影响驾驶员视

线的位置形成一对平面电极，该平面电极可以是任意形状，图 1、图 2、图 3、图 4 和图 5 分别给出了几种推荐的平面电极的形状，当有多片电极时，应用导线将其分别相连组成平面电容的两极，如：在图 1 中极片 1 和 3 连成平面电容的一极，极片 2 和 4 连成平面电容的另一极；在图 2 中，极片 1、3、5、7 连成平面电容的一极，极片 2、4、6、8 连成平面电容的另一极。要求平面电极与玻璃内表面应紧密接触，避免因空气间隙对传感器性能带来不利影响，玻璃表面镀金属是最好的选择。实验表明，平面电极的面积以在十至二十平方厘米左右为宜，平面电极的间隙应约等于汽车玻璃的厚度。通过焊接、压接、粘接或导电橡胶等任意点连接方法将两电极用导线引出，引出导线最好是屏蔽线。引出的导线与一个带微处理器的智能型信号放大处理单元连接，智能型信号放大处理单元应由正弦波发生电路、模拟信号放大滤波电路、模数转换电路、数字信号处理和数字总线接口部分组成。正弦波发生电路产生一定频率和幅值的正弦波输出到平面电容的一极，平面电容的另一极连接到模拟信号放大滤波电路，当下雨或汽车玻璃外表面附着有异物时平面电容的电容量将发生变化从而导致容抗发生变化，容抗的变化又将导致模拟信号放大电路输入信号的幅值和相位的变化，该变化的信号通过模拟信号放大滤波电路的放大和滤波后通过模数转换电路转换成数字信号送往数字信号处理部分，要求模拟信号放大滤波电路设计应尽量减少杂散电容和寄生电容的影响，数字信号处理部分的微处理器对转换后的信号进行数字滤波、数字线性化处理和自适应算法以进一步消除掉环境温度对介电常数和模拟电

路温度漂移产生的影响，并对信号做线性化处理，处理后的数字信号通过数字总线接口电路输出到自动雨刷系统的控制单元。

本发明的有益效果是：

1. 克服了现有光电式雨滴传感器测量面积过小和不能测量雨水厚度从而导致自动雨刷系统反应迟钝和下大雨时雨刷效果不佳的弊端，本发明提出的平面电容式雨滴传感器的测量空间是一个近似半椭圆形球体测量空间，因此，对于水覆盖面积和雨水厚度同样敏感。
2. 弥补了现有光电式雨滴传感器因需要精确定位而造成的对不同材质和厚度的玻璃适应性差的缺陷，本发明提出的平面电容式雨滴传感器只要在平面电容设计时选择适当的面积和间隙使近似椭圆形球体测量空间的上半垂直半轴半径留有一定余量，同时本发明采用的智能数字信号处理部分可对本发明提出的等效电容模型的不变电容部分通过自适应算法进行补偿（玻璃厚度和材质的变化只影响不变电容部分），因此本发明提出的平面电容式雨滴传感器可以适应各种厚度和材质的汽车玻璃，不需要对不同的汽车玻璃设计不同的雨滴传感器。
3. 由于水的相对介电常数（大于 80）远远大于一般污染物的相对介电常数（小于 20），因此，本发明提出的平面电容式雨滴传感器很容易区分雨水和污染物从而避免了自动雨刷系统的误动作，现有的光电式雨滴传感器则无法做到这一点。
4. 本发明提出的平面电容式雨滴传感器的敏感元件仅仅是一对平面

电极，它选材广泛、结构简单、安装方便、成本远低于现有的光电式雨滴传感器所必需的光学系统。

较佳实施例

本实施例采用一面带有不干胶的铜箔胶带加工成如图 12 所示的半径为 $r=2\text{cm}$ 的 4 片扇形电极，电极总面积约为 12 平方厘米，按图 14 所示的位置粘贴在汽车后视镜 19 后面不影响驾驶员视线的位置的汽车前风挡玻璃 9 的内表面上，形成平面电容的两个电极。电极间隙 $d=4\text{mm}$ 。图 13 是本发明实施例的安装结构剖面图，在汽车玻璃 9 的内表面上粘接有两个平面电极 1 和 2，两根屏蔽导线 14 的一端分别焊接在平面电容的两个电极 1 和 2 上，为防止人为意外损坏，在平面电极后面罩上圆锥形塑料保护罩 12，圆锥形塑料保护罩粘固在汽车前风挡玻璃 9 的内表面上，为保护屏蔽导线，在圆锥形塑料保护罩上侧通过塑料套管 13 将屏蔽导线引出到车顶外壳 17 和车顶内饰 16 的夹层中，两根屏蔽导线 14 的另一端联结在安装在车顶外壳 17 和车顶内饰 16 夹层中的电路板 15 上，电路板由带有屏蔽层的塑料外壳 20 进行电磁屏蔽和保护，传感器的数字输出信号通过屏蔽 LIN 总线电缆 18 送往自动雨刷系统的控制单元。

图 15 是本发明实施例的电路原理框图，其中，平面电容电极的一端 1 连接在正弦波发生电路 21 的输出端上；另一端 2 连接在程控模拟信号放大滤波电路 25 的输入端上。程控模拟信号放大滤波电路 25 接受来自微处理器 22 的程序控制，进行量程自适应调节，正弦波发

生电路 21 产生的一定频率的正弦波信号 20 通过平面电容后，将变成被衰减的正弦波信号 24，该信号 24 被程控模拟信号放大滤波电路 25 接受，经放大滤波后产生一个直流电压信号，通过模数转换电路 26 转换成数字电压信号送往微处理器 22，该数字电压信号在微处理器 22 中经数字滤波、数字线性化处理和数字自适应算法调整后形成传感器的数字输出信号送往 LIN (Local Interconnect Network 现场连接网络) 总线接口电路 23，然后，通过屏蔽 LIN (Local Interconnect Network 现场连接网络) 总线电缆 18 送往自动雨刷系统的控制单元。

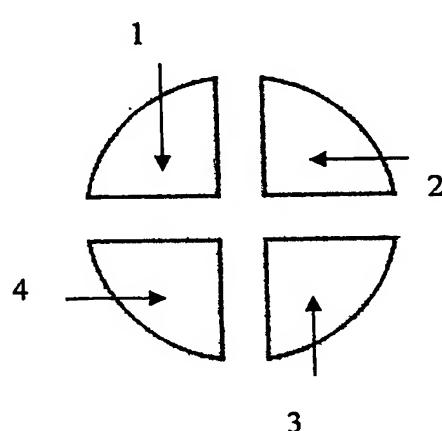


图 1

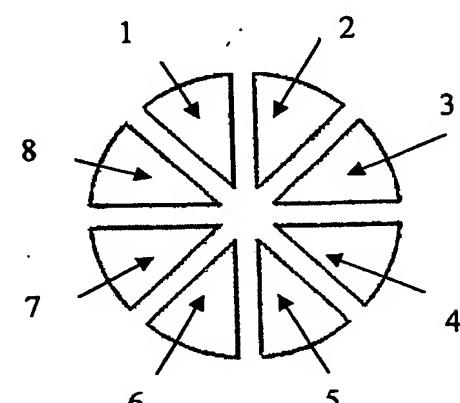


图 2

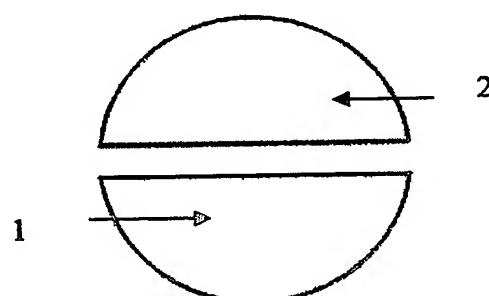


图 3

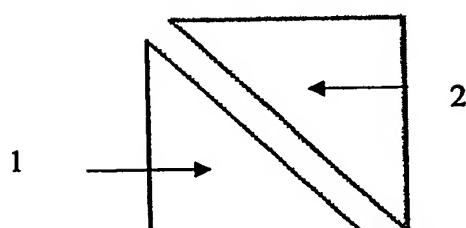


图 4

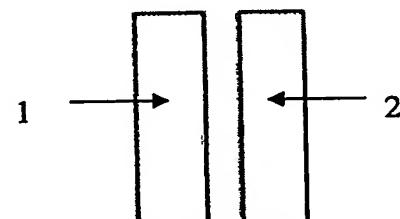


图 5

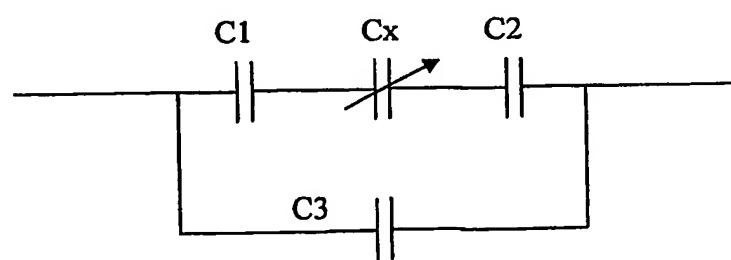
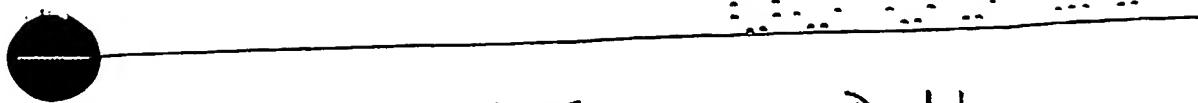


图 6

图
7

29

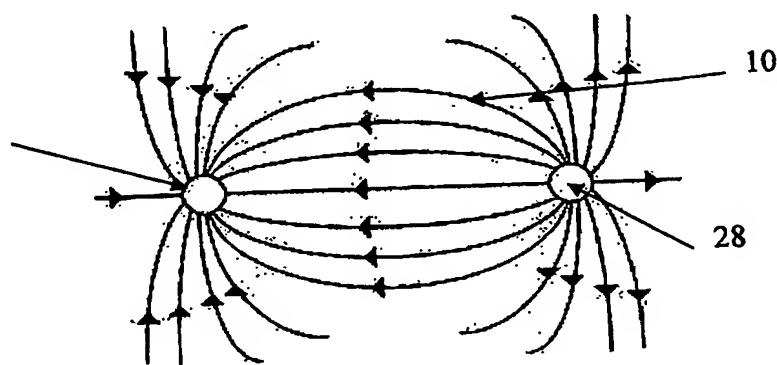
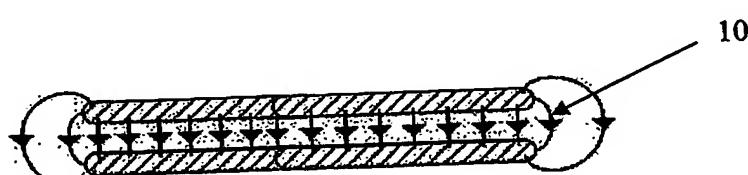
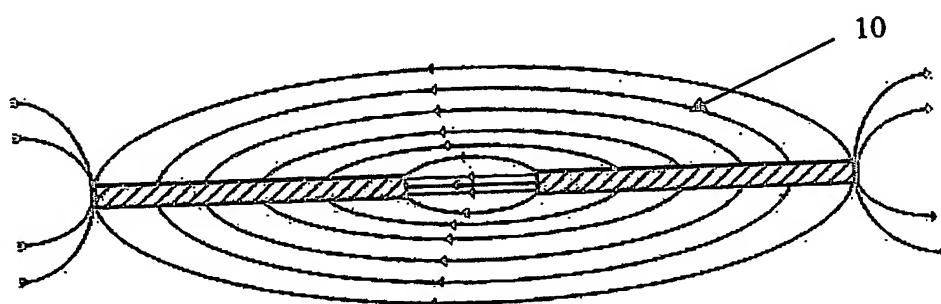
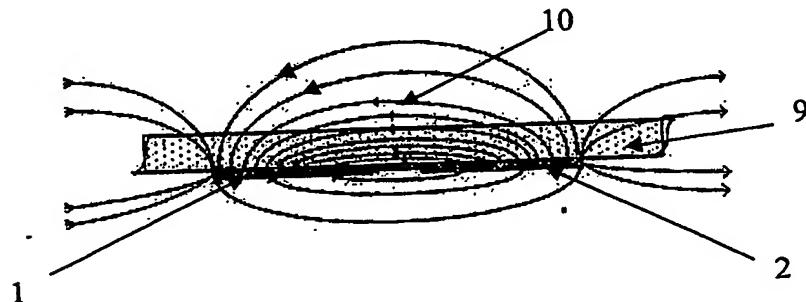
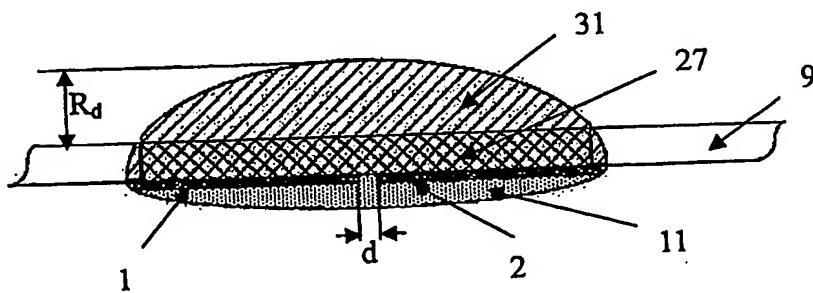
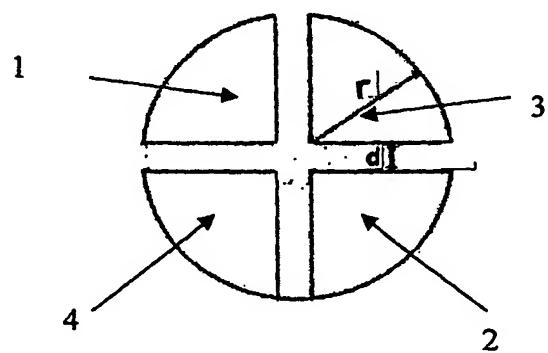
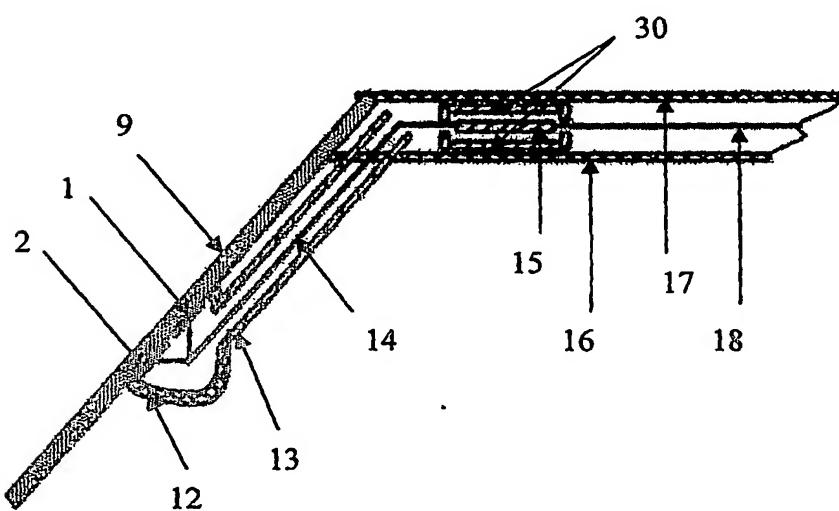
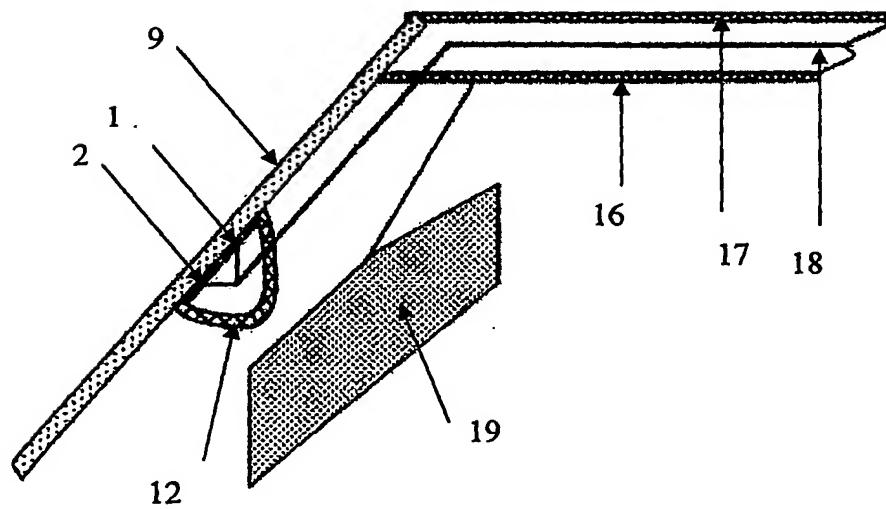
图
8图
9图
10图
11

图
12图
13图
14

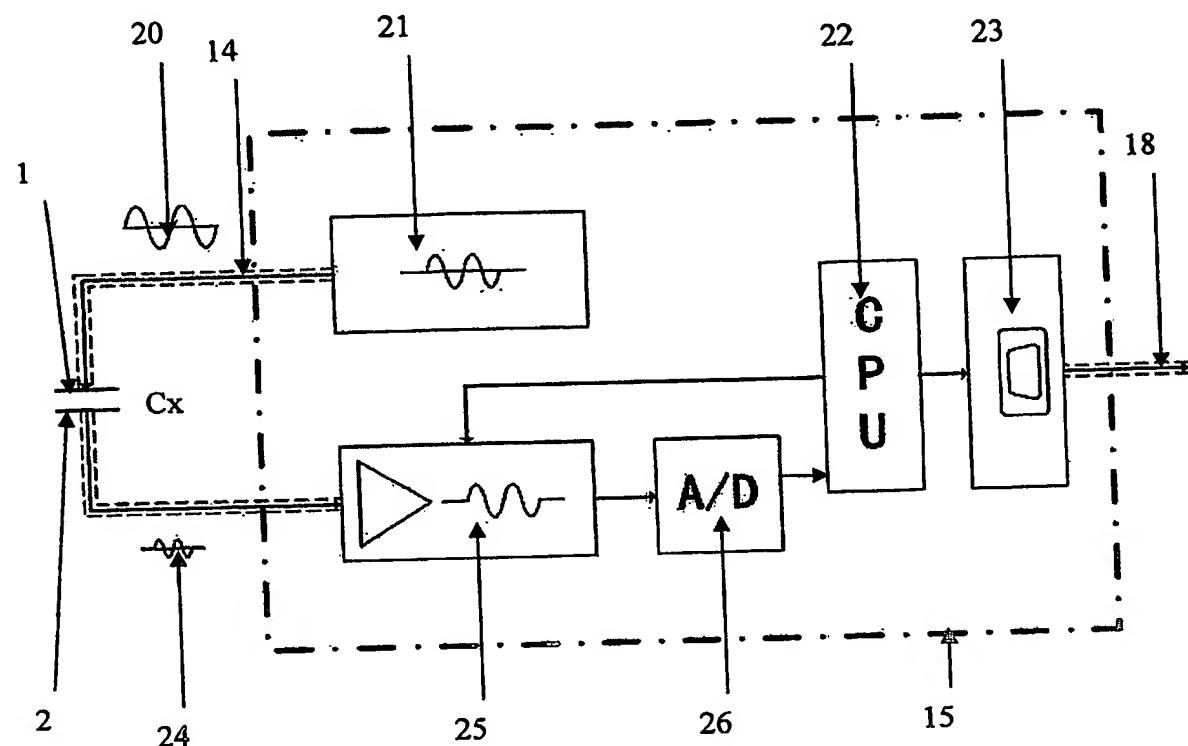


图 15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.